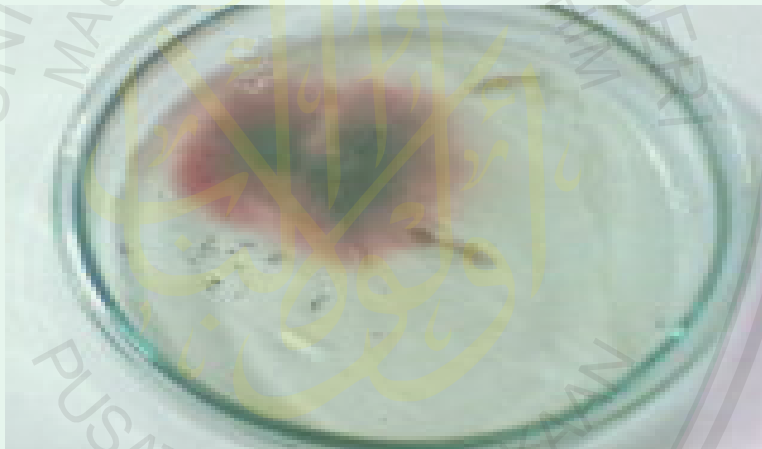


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Isolasi Jamur Endofit dari Akar Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* Linn. Cv. Granola).

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan pada bulan Desember 2009 sampai April 2010, peneliti telah berhasil menemukan 3 isolat jamur endofit pada akar tanaman kentang. Untuk mengetahui hasil isolat jamur endofit yang berhasil ditumbuhkan pada media PDAS dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pertumbuhan Koloni Jamur Endofit yang diisolasi dari Akar Tanaman Kentang pada Medium PDAS pada suhu 25°C

Pada hasil pengamatan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat diamati pada gambar 4.1. Akar tanaman kentang yang telah diisolasi dan diinkubasi dalam medium PDAS telah menunjukkan reaksinya yaitu dengan tumbuhnya jamur endofit yang ada pada akar tanaman kentang tersebut. Dengan tumbuhnya jamur endofit yang ada pada akar tanaman kentang tersebut membuktikan bahwa jamur endofit dapat ditemukan pada jaringan akar tanaman

kentang dimana jamur tampak tumbuh disebelah dalam belahan akar.

Ini sesuai dengan apa yang diungkapkan oleh Carrol dan Clay (1988) dalam Worang (2003), bahwa jamur endofit terdapat di dalam sistem jaringan tumbuhan seperti daun, bunga, ranting maupun akar tumbuhan. Keberadaan fungi ini menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim serta antibiotika yang bermanfaat bagi tumbuhan inang sehingga dapat dikatakan hubungan antara jamur endofit dengan tanaman inangnya dapat berupa mutualistik.

Berdasarkan pernyataan di atas, jelas membuktikan bahwa akar tanaman kentang yang merupakan salah satu dari sekian banyak kekayaan alam yang telah Allah ciptakan ternyata memiliki manfaat yang sangat penting bagi kemaslahatan umat manusia di muka bumi ini, hal ini sesuai dengan bukti Allah pada firman-Nya yang berbunyi:



Artinya : “Dan kami Telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. Dan kami Telah menjadikan untukmu di bumi keperluankeperluan hidup, dan (Kami menciptakan pula) makhluk-makhluk yang kamu sekali-kali bukan pemberi rezki kepadanya ”. (QS. Al-Hijr: 19- 20).

Ayat diatas menjelaskan bahwa segala sesuatu yang terdapat dimuka bumi ini adalah ciptaan Allah, dan tak sedikitpun dari ciptaan-Nya itu ada kekeliruan dari manfaat dan keberadaannya, karena Allah menciptakan seluruh yang ada

dimuka bumi ini sesuai dengan kadar dan ukurannya masing-masing.

Menurut Ash-Shiddieqy (2000), lafadz “*wal ardho madadnaahaa*” pada ayat di atas menjelaskan bahwa semua kekayaan alam yang ada di bumi ini diciptakan Allah hanya untuk manusia dan supaya manusia mau mengambil manfaat untuk kemaslahatan dan kesejahteraan hidupnya, karena semua kekayaan alam yang ada ini baik berupa makhluk hidup maupun benda mati, yang kecil maupun yang besar sudah pasti memiliki manfaat masing-masing. Seperti halnya jamur memiliki banyak kegunaan untuk kesehatan dan hal-hal lainnya, dengan jelas ini menunjukkan bahwa ayat tersebut diatas sangat relevan dengan fenomena yang terjadi pada kegunaan dan manfaat dari jamur.

Isolat yang didapatkan setelah isolasi jamur endofit dari akar tanaman kentang, dilakukan pemurnian berdasarkan warna koloni pada medium PDA. Dari hasil yang diperoleh dalam pemurnian dapat dilihat dari bentuk yang tampak secara makroskopik didapatkan 3 macam isolat jamur endofit.

Dari hasil isolasi akar tanaman kentang didapatkan 3 isolat jamur endofit, isolat tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1 beserta ciri makroskopisnya pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil isolasi jamur endofit pada akar tanaman kentang

Jumlah Isolat	Kode Isolat
3	1A 2A 3C

Tabel 4.2. Deskripsi bentuk warna koloni isolat jamur endofit

Kode Isolat	Ciri Makroskopis
1A	Warna koloni hijau tua, miselium teratur, pertumbuhan koloni rata, tebal
2A	Koloni berwarna hijau kecoklatan, koloni tebal, menghasilkan warna merah muda yang menyebar pada sekitar koloni, pertumbuhan lama
3C	Koloni mula-mula berwarna putih, tapi lama-kelamaan berwarna putih kekuningan, koloni tebal, tepi koloni semakin tua berwarna hitam, tengah terdapat lingkaran berwarna hitam kecil

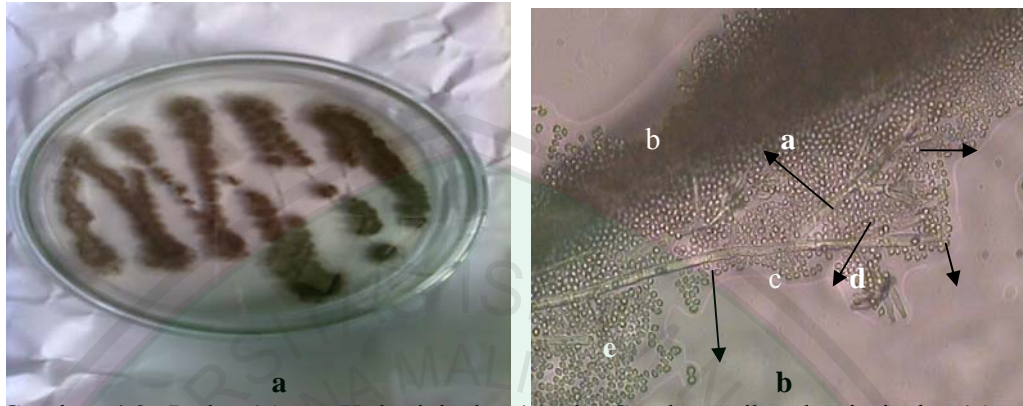
4.2 Hasil Identifikasi Isolat Jamur Endofit dari Akar Tanaman Kentang

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, jamur endofit yang berhasil diisolasi dari akar tanaman didapatkan 3 isolat yaitu isolat jamur dengan kode isolat 1A, 2A dan 3C, identifikasi dilakukan dengan petunjuk klasifikasi menurut Barnet (1972). Hasil identifikasi isolat jamur endofit tersebut adalah sebagai berikut :

1. Isolat 1A

a. Ciri Makroskopis

Secara makroskopis koloni jamur endofit berwarna hijau tua yang merupakan kumpulan hifa dan di atasnya terdapat serbuk spora. Tepi koloni tidak rata dan berwarna putih berserabut pada medium PDAS. Dilihat dari bawah tampak berwarna putih tulang. Adapun koloni isolat jamur endofit dengan kode isolat 1A dapat dilihat secara makroskopis pada gambar 4.2 a.



Gambar 4.2. Isolat 1A, a. Koloni isolat 1A, b. Gambar mikroskopis isolat 1A perbesaran 400x (Ket : a. Sterigma/phialid, b. Konidiofors, c. Metulla, d. Konidia, e. Hifa)

b. Ciri Mikroskopis

Jamur endofit diisolasi dari akar tanaman kentang yang ditumbuhkan pada medium PDAS. Jamur endofit dengan kode isolat 1A memiliki konidiofor panjang, konidia bulat seperti bulat telur, dan tumbuh di atas phialid. Konidia terdiri atas 1 sel dan tumbuh berantai, satu konidiofor terdapat 2/3 phialid dan setiap phialid terdiri dari 3-5 konidia. Adapun gambar mikroskopis isolat 1A dengan menggunakan perbesaran 400x dapat dilihat pada gambar 4.2.b.

Berdasarkan ciri makroskopis dan mikroskopis seperti yang telah dijelaskan di atas, dan setelah dibandingkan dengan buku petunjuk klasifikasi menurut Barnett (1972), maka dapat diketahui bahwa isolat 1A termasuk Famili Moniliaceae, genus *Penicillium* sp.

C. Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Eurotiomycetes
Order : Eurotiales
Family : Trichomaceae
Genus : *Penicillium* sp (Anaf, 2009)

2. Isolat 2A

a. Ciri Makroskopis

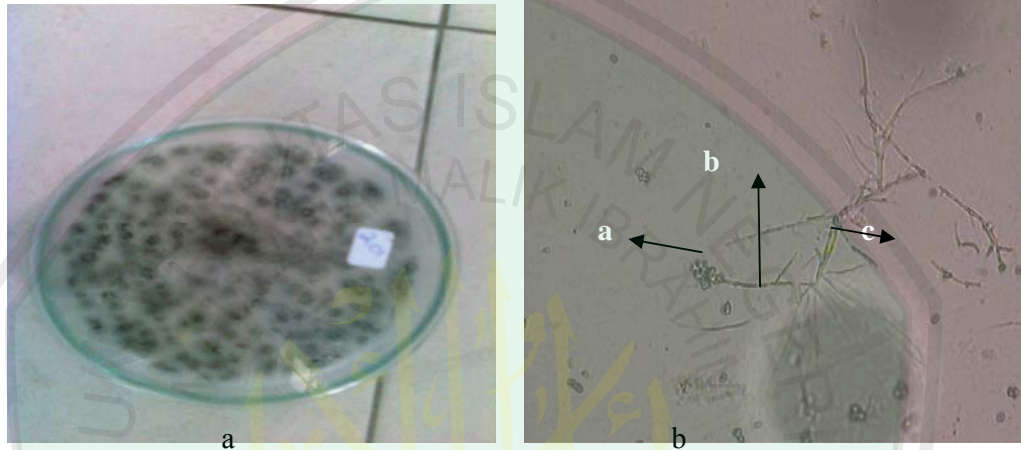
Secara makroskopis koloni jamur endofit berwarna hijau kecoklatan, koloni tebal, tepi koloni berwarna hijau tua. Menghasilkan warna merah muda yang menyebar pada media PDAS, dilihat dari pertumbuhannya dalam waktu 7 hari diameter koloni hanya mencapai 2 cm serta tepi koloni yang tidak merata. Adapun koloni isolat jamur endofit dengan kode isolat 2A dapat dilihat pada gambar 4.3.a

b. Ciri Mikroskopis

Jamur endofit diisolasi dari akar tanaman kentang dan ditumbuhkan pada medium PDAS. Jamur endofit dengan kode isolat 2A memiliki hifa aseptat, miselium bercabang. Konidiofor panjang dan membengkok menjadi vesikel pada ujungnya membawa sterigma dimana tumbuh konidia. Memiliki konidia 1 sel, berbentuk bulat dan hyalin. Adapun gambar mikroskopis isolat

2A dengan menggunakan perbesaran 400x dapat dilihat pada gambar 4.3.b.

Dalam buku petunjuk klasifikasi menurut Barnett (1972), secara makroskopis dan mikroskopis ciri jamur endofit tersebut dapat diketahui bahwa isolat 2A termasuk Famili Moniliaceae, genus *Aspergillus* sp.



Gambar 4.3. Isolat 2A, a. Koloni isolat 2A, b. Gambar mikroskopis isolat 2A perbesaran 400x (Ket: a. Konidia, b. Konidiofor, c. Hifa).

C. Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Eurotiomycetes
Order : Eurotiales
Family : Trichomaceae
Genus : *Aspergillus* sp (Anaf, 2009)

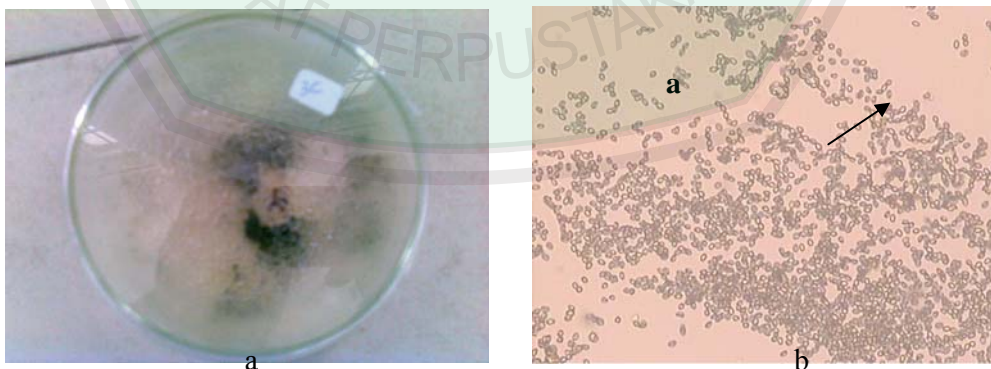
3. Isolat 3C

a. Ciri Makroskopis

Secara makroskopis jamur endofit yang diisolasi dari akar tanaman kentang memiliki koloni berwarna putih pada medium PDAS, koloni mula-mula berwarna putih, tapi lama-kelamaan berwarna putih kekuningan, koloni tebal, tepi koloni semakin tua berwarna hitam, tengah terdapat lingkaran berwarna hitam kecil. Untuk mengetahui lebih jelasnya ciri makroskopis dari isolat 3C, dapat dilihat pada gambar 4.4.a.

b. Ciri Mikroskopis

Jamur endofit diisolasi dari akar tanaman kentang yang diekstrak dan ditumbuhkan pada medium PDAS. Jamur endofit dengan kode isolat 3C memiliki konidia 1 sel dan membentuk seperti rantai. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4.4.b dengan menggunakan perbesaran 400x, pada gambar tersebut terlihat konidia yang berbentuk rantai.



Gambar 4.4. Isolat 3C, a. Koloni isolat 3C, b. Gambar mikroskopis isolat 3C perbesaran 400x (Ket: a. Konidia)

Dalam buku petunjuk klasifikasi menurut Barnett (1972), secara makroskopis dan mikroskopis ciri jamur endofit tersebut maka dapat diketahui

bahwa isolat 2A termasuk Famili Moniliaceae, genus *Hoemiscium* sp

c. Klasifikasi:

Kingdom : Fungi
Phylum : Ascomycota
Class : Dothideomycetes
Order : Capnodiales
Family : Metacapnodiaceae
Genus : *Hoemiscium* sp (Anaf, 2009)

Dari hasil penelitian tentang jamur endofit pada akar tanaman kentang, yang diamati secara makroskopis dan mikroskopis, sehingga dihasilkan identifikasi ketiga jamur endofit tersebut pada tabel 4.3 di bawah ini:

Tabel 4.3 Hasil identifikasi jamur endofit dari akar tanaman kentang (*Solanum tuberosum*)

Kode Isolat	Family	Genus
1A	Moniliaceae	<i>Penicillium</i> sp.
2A	Moniliaceae	<i>Aspergillus</i> sp
3C	Moniliaceae	<i>Hoemiscium</i> sp

Secara mikroskopis kapang *Aspergillus* sp mudah dikenali dan dibedakan dari kapang marga lain, yaitu memiliki konidiofor yang tegak, tidak bersepta, tidak bercabang, dan ujung konidiofor membengkak membentuk vesikel. Pada permukaan vesikel ditutupi fialid yang menghasilkan konidia. Konidia tersusun 1 sel (tidak bersepta) (Ilyas, 2006).

4.3 Uji Aktivitas Metabolit Jamur Endofit Pada Akar Tanaman Kentang Terhadap Jamur *Fusarium* sp, *Phytophthora infestans* dan *Ralstonia solanacearum*.

Jamur endofit yang diisolasi dari akar tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) menunjukkan kemampuan yang bervariasi dalam menghasilkan metabolit anti jamur. Seleksi terhadap 3 isolat jamur endofit yang menghasilkan metabolit anti jamur menggunakan metode uji Kirby-Bauer dengan menggunakan kertas cakram. Semua uji kemampuan anti jamur menggunakan parameter terbentuknya zona hambat (zona bening).

Dari hasil penelitian diperoleh diameter zona hambat dengan pengukuran menggunakan jangka sorong. Pengamatan yang dilakukan pada jamur *Fusarium* sp dan *Phytophthora infestans* yang telah diinkubasi selama 24 jam pada suhu 25°C setelah diberikan perendaman isolat jamur endofit dengan beberapa isolat 1A, 2A dan 3C, adapun rata-rata diameter zona hambat dari uji aktivitas antijamur metabolit jamur endofit dari akar tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) dapat dilihat pada tabel 4.4 dan 4.5

Tabel 4.4 Rata-rata diameter zona hambat pada uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap jamur *Fusarium* sp (dalam mm).

Kode Isolat	Genus	Rata-rata diameter zona hambat (mm)	Keterangan
1A	<i>Penicillium</i> sp	7	Menghambat
2A	<i>Aspergillus</i> sp	1	Menghambat
3C	<i>Hoemiscium</i> sp	5,7	Menghambat

Tabel 4.5. Rata-rata diameter zona hambat pada uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap jamur *Phytophthora infestans* (dalam mm).

Kode Isolat	Genus	Rata-rata diameter zona hambat (dalam mm)	Keterangan
1A	<i>Penicillium</i> sp	13,3	Menghambat
2A	<i>Aspergillus</i> sp	2,3	Menghambat
3C	<i>Hoemiscium</i> sp	1	Menghambat

Sedangkan rata-rata diameter zona hambat pada uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum* dapat dilihat pada tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 Rata-rata diameter zona hambat pada uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum* (dalam mm).

Kode Isolat	Genus	Rata-rata diameter zona hambat (dalam mm)	Keterangan
1A	<i>Penicillium</i> sp	11	Menghambat
2A	<i>Aspergillus</i> sp	1	Menghambat
3C	<i>Hoemiscium</i> sp	1	Menghambat

Berdasarkan tabel 4.4 dan 4.5 di atas, dapat diambil kesimpulan bahwasannya isolat jamur endofit dari akar tanaman kentang mampu menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp dan jamur *Phytophthora infestans*, hal ini dapat dikatakan bahwasannya jamur endofit memiliki metabolit sekunder yang berpotensi sebagai anti jamur . Pernyataan ini diperjelas oleh Radji (2005), yang menyatakan bahwasannya jamur endofit memiliki senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya sehingga jamur endofit memiliki

peluang yang sangat besar dan dapat diandalkan untuk memproduksi metabolit sekunder dari jamur endofit yang diisolasi dari tanaman inangnya tersebut. Worang, (2003) juga menambahkan bahwa jamur endofit mampu menghasilkan mikotoksin, enzim serta anti antibiotika.

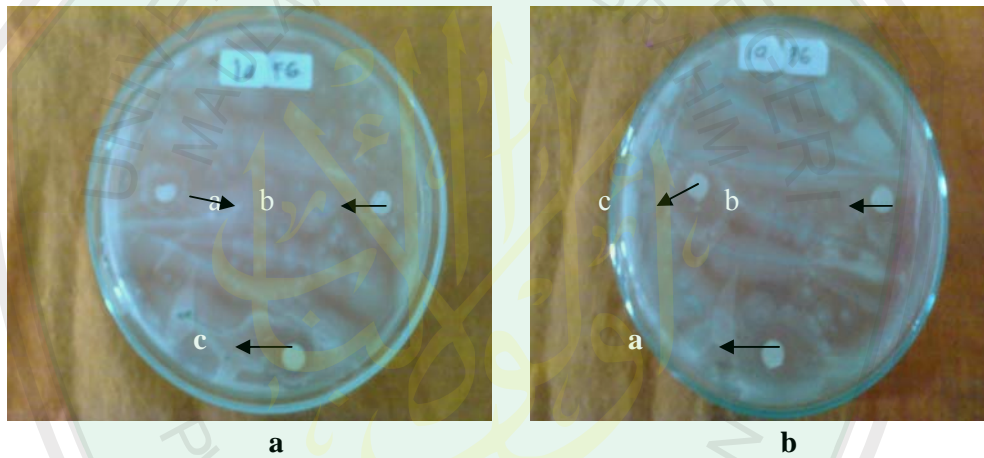
Jamur dapat ditemukan diberbagai macam tanaman dan hewan. Masing-masing jamur mempunyai karakter yang berbeda-beda tergantung dari substratnya (Ganjar dan Syamsurizal, 2006).

Hasil uji aktivitas dari 3 isolat jamur endofit secara in vitro terhadap jamur memperlihatkan *Fusarium* sp dan *Phytophthora investans* bahwa semua isolat tersebut memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan jamur uji. Pada tabel 4.4 di atas yang dilakukan uji aktivitas metabolit jamur endofit terhadap jamur *Fusarium* sp. Isolat 1A tampak menghasilkan rata-rata diameter zona hambat tertinggi yaitu 7 mm dan pada isolat 2A menghasilkan rata-rata diameter zona hambat terendah yaitu 1 mm, sedangkan pada isolat 3C memiliki rata-rata diameter zona hambat 5,7 mm. Sedangkan pada tabel 4.5 di atas yang dilakukan uji aktivitas metabolit sekunder jamur endofit terhadap jamur *Phytophthora investans*, isolat 1A tampak menghasilkan rata-rata zona hambat 13,3 mm sedangkan pada isolat 2A memiliki zona hambat 2,3 mm dan pada isolat 3C memiliki zona hambat terendah yaitu 1 mm.

Pada tabel 4.6 di atas yang dilakukan aktivitas uji metabolit jamur endofit terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum*, dari hasil yang diperoleh hanya isolat 1A yang memiliki zona hambat paling besar yaitu 11 mm bila dibandingkan dengan zona hambat pada isolat 2A dan 3C yang hanya memiliki daya hambat

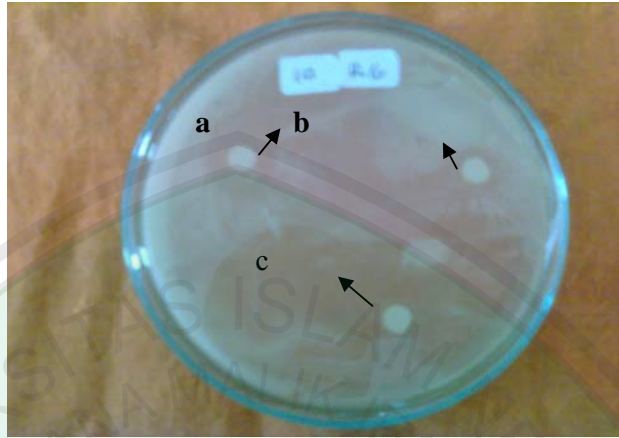
yang kecil yaitu 1 mm.

Zona hambatan yang ditimbulkan oleh metabolit jamur endofit terhadap jamur *Fusarium* sp dan *Phytophthora infestans* dapat dilihat pada gambar 4. 5, yang terlihat pada gambar 4.5.a dan 4.5.b. Anak panah a,b, dan c pada gambar menunjukkan zona hambat yang dibentuk oleh jamur endofit terhadap jamur uji. Pada gambar terlihat lingkaran bening yang menunjukkan diameter zona hambat yang dihasilkan oleh jamur endofit tersebut.



Gambar 4.5. Keterangan: a,b,c: zona hambat. Zona hambat yang ditimbulkan oleh metabolit jamur endofit terhadap jamur *Fusarium* sp dan *Phytophthora infestans*.

Sedangkan zona hambatan yang ditimbulkan oleh metabolit jamur endofit terhadap bakteri *Ralstonia solanacearum* dapat dilihat pada gambar 4. 6



Gambar 4.6. Keterangan: a,b,c: zona hambat. Zona hambat yang ditimbulkan oleh metabolit sekunder jamur endofit terhadap *Ralstonia solanacaerum*

Diameter zona hambat yang dihasilkan pada jamur endofit terhadap bakteri *Ralstonia solanacaerum* relative kecil yaitu rata-rata 1mm untuk jamur *Hoemiscium* sp, *Aspergillus* sp sedangkan pada jamur *Penicillium* sp memiliki diameter zona hambat yang besar yaitu rata-rata 11 mm. Hal ini disebabkan karena bakteri *Ralstonia solanacaerum* merupakan bakteri gram negative sehingga tidak semua jamur endofit mampu menembus dinding sel bakteri *Ralstonia solanacaerum*.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Siswandono (1995), yang menyatakan bahwasannya bakteri *Ralstonia solanacaerum* merupakan bakteri gram negatif yang memiliki susunan tubuh yang lebih kompleks, sehingga jamur endofit ini pertama-tama harus menembus membrane terluar selubung bakteri secara difusi pasif melalui saluran yang terbentuk oleh pori protein. Sesudah menembus membran terluar, antibiotik yang ada pada jamur endofit tersebut masuk melalui dinding sel melewati ruang periplasma dan mencapai sasaran, yaitu enzim serin

protease yang terdapat pada membrane terdalam (sitoplasma). Enzim inilah yang bertanggung jawab terhadap biosintesis dinding sel.

Antibiotika merupakan zat kimia yang dihasilkan oleh suatu mikroorganisme yang mempunyai kemampuan dalam menghambat pertumbuhan maupun membunuh mikroorganisme lain (Pelczar, 1988). Berdasarkan toksisitasnya, antibiotik dibagi dalam 2 kelompok, yaitu antibiotik dengan aktivitas bakteriostatik bersifat menghambat pertumbuhan mikroba dan aktivitas bakterisid bersifat membunuh mikroba lain (Suwandi, 1992).

Purwanto (2000), menambahkan bahwasannya mikroorganisme endofit akan mengeluarkan suatu metabolit sekunder yang merupakan senyawa antibiotik itu sendiri. Metabolit sekunder merupakan senyawa yang disintesis oleh suatu mikroba, tidak untuk memenuhi kebutuhan primernya (tumbuh dan berkembang) melainkan untuk mempertahankan eksistensinya dalam berinteraksi dengan lingkungannya. Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroorganisme endofit merupakan senyawa antibiotik yang mampu melindungi tanaman dari serangan hama insekta, mikroba patogen, atau hewan pemangsanya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai agen biokontrol.

Endofit merupakan mikroba yang berkolonisasi dalam jaringan tumbuhan tanpa menyebabkan adanya gejala penyakit. Penelitian tentang endofit dari tanaman daerah tropis menjadi berkembang setelah diketahui kemampuannya menghasilkan senyawa metabolit dan enzim yang dimanfaatkan dalam pengendalian hayati dan industri farmasi. Kemampuan endofit sebagai agen pengendali hayati seperti yang diteliti pada tanaman coklat menunjukkan bahwa

jamur endofit yang diisolasi dari tanaman ini diantaranya genus *Acremonium*, *Geotricum*, *Xylaria*, *Phomopsis* (Rubini, et al. 2005 dalam Yurnaliza, 2010).

Menurut Enjhang (2003), antibiotik yang ideal sebagai obat harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Mempunyai kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang luas (*broad spectrum antibiotic*)
2. Tidak menimbulkan terjadinya resistensi dari mikroorganisme pathogen
3. Tidak menimbulkan pengaruh samping yang buruk pada host
4. Tidak mengganggu keseimbangan flora yang normal dari host seperti flora usus atau flora kulit

Kemampuan zona hambat yang dihasilkan oleh jamur endofit dari akar tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) terhadap jamur dan bakteri dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4.7 Rata-rata diameter zona hambat yang ditimbulkan metabolit jamur endofit terhadap jamur dan bakteri

KODE ISOLAT	Rata-rata Diameter Zona Hambat (mm)		
	<i>Fusarium sp</i>	<i>Phytophthora investans</i>	<i>Ralstonia solanacearum</i>
1A	7	13,3	11
2A	1	2,3	1
3C	5,7	1	1

Tabel 4.7 diatas, isolat jamur endofit yang memiliki rata-rata zona hambat yang terbesar dalam membunuh jamur *Fusarium sp* adalah kode isolat 1A dan 3C yaitu genus *Penicillium sp* dan *Hoemiscium sp* yaitu masing-masing 7 mm dan 5,7 mm, sedangkan jamur endofit yang mempunyai sedikit potensi dalam membunuh

jamur *Fusarium* sp adalah isolat 2A yaitu genus *Aspergillus* sp dengan rata-rata daya hambat 1 mm. Jamur uji pada *Fusarium* sp memiliki resistensi terhadap jamur *Aspergillus* sp sehingga dinding sel jamur *Aspergillus* sp tidak mampu menembus dinding sel yang dimiliki oleh jamur *Fusarium* sp. Hal ini dapat dilihat pada diameter zona hambat yang dihasilkan sangat kecil yang dihasilkan pada jamur *Aspergillus* sp tersebut.

Sedangkan pada jamur *Phytophthora infestans* yang terlihat pada tabel 4.7 yang memiliki potensi yang paling besar adalah pada isolat 1A yaitu pada genus *Penicillium* yang memiliki diameter zona hambat sebesar 13,3 mm sedangkan pada isolat 2A dan 3C yaitu genus *Aspergillus* sp dan *Hoemiscium* sp memiliki diameter zona hambat yang kecil yaitu masing-masing 2,3 mm dan 1 mm. Begitu juga pada bakteri *Ralstonia solanacearum* hanya pada isolat 1A yang memiliki potensi paling besar dalam menghambat bakteri tersebut yaitu pada genus *Penicillium* yang memiliki diameter zona hambat sebesar 11 mm sedangkan pada isolat 2A dan 3C yaitu pada genus *Aspergillus* sp dan *Hoemiscium* sp memiliki diameter zona hambat paling kecil yaitu 1 mm.

Dari data tersebut jelas terlihat bahwasannya tidak semua jamur endofit mampu membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme lain. Seperti halnya yang terlihat pada tabel tersebut *Hoemiscium* sp yang memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium* sp dibandingkan dengan penghambatan jamur *Phytophthora infestans* dan bakteri *Ralstonia solanacearum*. Sedangkan pada *Penicillium* sp sangat baik dalam menghambat semua jamur yang di ujikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Waluyo, (2005) yang mengatakan

bahwa antibiotik yang merusak dinding sel mikroba dengan menghambat sintesis enzim atau inaktivasi enzim, akan menyebabkan hilangnya viabilitas dan sering menyebabkan sel lisis. Antibiotik ini meliputi penisilin, sepalosporin, sikloserin, vankomisin, ristosetin dan basitrasin. Antibiotik ini menghambat sintesis dinding sel terutama dengan mengganggu sintesis peptidoglikan.

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel} 0,05$, yang ditunjukkan pada diameter zona hambat yang dihasilkan masing-masing jamur endofit terhadap jamur uji *Phytophthora infestans* dan bakteri uji *Ralstonia solanacearum* memiliki perbedaan sedangkan pada *Fusarium* sp $F_{hitung} < F_{tabel} 0,05$, yang berarti jamur endofit tersebut memiliki potensi yang sama dalam menghambat bakteri uji tersebut.

Data hasil pengamatan yang telah dilakukan terhadap potensi jamur endofit dalam menghambat jamur uji selengkapnya dicantumkan pada lampiran 5. Selanjutnya menentukan jamur endofit mana yang paling potensial hasil uji lanjut dengan menggunakan BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan disajikan pada tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4.8 Diameter Zona Hambat Jamur Endofit terhadap Jamur *Phytophthora infestans* (dalam mm)

Jenis isolat	Rata-rata diameter zona hambat (dalam mm)	Notasi atas BNT _{0,05}
3C	1	a
2A	2,3	a
1A	13,3	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%

Tabel 4.9 Diameter Zona Hambat Jamur Endofit terhadap Bakteri *Ralstonia solanacaerum* (dalam mm)

Jenis Isolat	Rata-rata diameter zona hambat (dalam mm)	Notasi atas BNT _{0,05}
3C	1	a
2A	1	a
1A	11	b

Keterangan : Huruf yang sama pada kolom menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%

Dari kedua tabel tersebut dapat disimpulkan bahwasannya jamur uji yang memiliki potensi paling besar dalam menghambat jamur *Phytophthora infestans* dan bakteri *Ralstonia solanacaerum* adalah pada isolat 1A yaitu jenis *Penicillium* sp yang memiliki diameter zona hambat paling besar bila dibandingkan dengan diameter zona hambat pada isolat 2A dan 3C yaitu jenis *Aspergillus* sp dan *Hoemiscium* sp.

Kecilnya jamur endofit dalam menghambat organisme lain (jamur uji) diduga disebabkan oleh metabolit/antibiotik yang dihasilkan isolat jumlahnya sedikit. Menurut Pelczar dan Chan (1988), bahwa semakin tinggi konsentrasi zat anti jamur maka semakin tinggi daya anti jamurnya terhadap zona hambatan yang ditimbulkan oleh metabolit jamur endofit terhadap jamur

Kemampuan antagonis dalam menekan patogen secara *in vitro* karena pada kondisi laboratorium, antagonis hanya berhadapan dengan patogen dan ada dalam lingkungan yang kaya nutrisi, sehingga mampu memunculkan kemampuannya dalam menghambat patogen (Yurnaliza, 2002).

Segala sesuatu yang diciptakan oleh Tuhan baik itu terlihat buruk dalam persepsi manusia ternyata memiliki manfaat, dan sungguh tidak ada kesia-siaan bagi manusia yang berfikir akan ayat-ayat atau tanda-tandaNya. Allah

memerintahkan kepada manusia yang telah diberi kelebihan akal untuk meneliti dan mengkaji segala sesuatu yang ada di langit dan di bumi, karena sesungguhnya setiap sesuatu yang diciptakan oleh Allah terdapat tanda-tanda kekuasaan-Nya bagi mereka yang berakal. Allah menciptakan langit dan bumi bukanlah merupakan suatu hal yang sia-sia, melainkan harus memiliki banyak manfaat dan harus dimanfaatkan. Dengan terungkapnya rahasia-rahasia alam melalui hasil penelitian, selain dapat mempertebal keyakinan akan kebasaran Allah sebagai penciptaan-Nya, juga menambah khasanah pengetahuan tentang alam untuk dimanfaatkan bagi manusia atau makhluk lainnya.

Jamur endofit yang di isolasi dari akar tanaman kentang memiliki manfaat yang sangat besar dalam kehidupan, selain tanaman kentang yang dapat dimanfaatkan manusia karena memiliki kandungan gizi yang tinggi, jamur endofit yang ada pada jaringan tanaman tersebut juga memiliki manfaat yang sangat besar bagi dunia kesehatan. Pada penelitian ini diharapkan manusia yang dianugrahi akal untuk dapat memanfaatkan kekayaan alam sebaik mungkin dan melestarikannya agar tidak cepat punah. Menjaga keseimbangan alam merupakan kewajiban kita semua sebagai makhluk ciptaan Allah yang selalu bertakwa.

Allah SWT berfirman dalam surat Al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا أَرْضَكُمْ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ۚ ذِكْرُ اللَّهِ أَكْبَرُ ۚ وَاللَّهُ يُعَذِّبُ الْمُفْسِدِينَ
وَلَا تُفْسِدُوا أَرْضَكُمْ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ۚ ذِكْرُ اللَّهِ أَكْبَرُ ۚ وَاللَّهُ يُعَذِّبُ الْمُفْسِدِينَ
وَلَا تُفْسِدُوا أَرْضَكُمْ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ۚ ذِكْرُ اللَّهِ أَكْبَرُ ۚ وَاللَّهُ يُعَذِّبُ الْمُفْسِدِينَ
وَلَا تُفْسِدُوا أَرْضَكُمْ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا ۚ ذِكْرُ اللَّهِ أَكْبَرُ ۚ وَاللَّهُ يُعَذِّبُ الْمُفْسِدِينَ

Artinya: Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.(OS. Al-A'raf: 56)

[illegible]

Oleh karenanya kita sebagai ciptaan yang paling sempurna dari semua ciptaan-Nya memiliki tanggung jawab terhadap segala yang mengatur keserasian dan keseimbangan alam ini, hal ini tercermin dari ayat diatas yang menerangkan agar manusia menjaga keseimbangan dan tidak melakukan pengerusakan dan Allah juga telah memperingatkan manusia untuk berbuat baik kepada orang lain dan melarang manusia berbuat kerusakan di muka bumi ini salah satunya adalah sumber daya alam (tumbuh-tumbuhan), karena sesungguhnya Allah sangat tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.

Begitulah kemuliaan dan nikmat yang telah dikaruniakan Allah kepada manusia. Maka seandainya manusia bisa berfikir dan memiliki ilmu pengetahuan yang memadai, seyogyanya mereka dapat memanfaatkan apa yang telah disediakan Allah tersebut. Dan sudah menjadi tanggung jawab manusia untuk memeliharanya.

Dari penelitian ini diharapkan nantinya akan memberikan manfaat dalam hal ilmu pengetahuan untuk mengolah sumberdaya alam yang ada. Dengan ditemukannya metode yang lebih mudah dalam pengambilan metabolit sekunder yang ada pada jamur endofit yaitu melalui fermentasi pada tanaman kentang tersebut diharapkan hasil dari jamur yang telah ditemukan mampu memberikan manfaat sebagai antijamur dan antibakteri sesuai karakteristik senyawa kimia oleh inangnya tersebut.

Dilihat dari segi efisiensi, hal ini sangat menguntungkan, karena siklus hidup mikroba endofit lebih singkat dibandingkan siklus hidup tumbuhan inangnya, sehingga dapat menghemat waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan senyawa tersebut, dan jumlah senyawa yang diproduksi dapat dibuat dalam skala yang besar dengan menggunakan proses fermentasi (Prihatiningtyas, 2006)

Sugiyanto, (2007) menyatakan melalui jamur endofit yang diperoleh, dapat diproduksi secara fermentasi senyawa metabolit yang berkhasiat obat secara berkesinambungan, kemampuan bereproduksi dalam skala industri, dengan waktu yang relatif singkat, tidak merusak tanaman inangnya yang saat ini sudah mulai langka dan tidak menimbulkan kerusakan ekologis mengingat kebutuhan bahan baku obat yang semakin meningkat baik jumlah maupun macamnya maka potensi sumber daya alam Indonesia khususnya mikroorganisme (jamur endofit) perlu digali dan dikembangkan. Di dunia Internasional penelitian tentang jamur endofit relatif baru, belum banyak penelitian dan publikasi yang dihasilkan, sedangkan di Indonesia sangat besar kekayaan sumber daya hayatinya, sehingga peluang untuk mendapatkan jamur endofit dan metabolit yang bermanfaat masih sangat besar